السلاح النووي

القافلة – ربيع الأول 1414هـ /أغسطس – سبتمبر 1993م

للأستاذ الدكتور محمد بن إبراهيم الجار الله – جامعة الملك فهد للبترول والمعادن

تنتج الطاقة في الانفجار التقليدي عن التفاعلات الكيميائية التي تتضمن إعادة ترتيب الذرات في المادة شديد الانفجار، كذرات الهيدروجين والكربون والأوكسجين والنايتروجين. أما في الانفجار النووي فإن الطاقة تنتج بسبب تغير شكل نوى الذرات المتفاعلة، وإعادة توزيع البروتونات والنيوترونات فيها ، لذلك فإن ما يطلق عليه أحياناً اسم الطاقة الذرية هو في الواقع طاقة نووية. إذ أنها تنتج عن تفاعلات نووية لا ذرية، وللسبب نفسه فإن ما يطلق عليه أحياناً أسلحة ذرية هو في الواقع أسلحة نووية. أن القوى المتبادلة بين البروتونات والنيوترونات في نواة الذرة تفوق بكثير القوى المتبادلة بين الذرات، لذلك فإن الطاقة النووية تفوق بحوالي مليون مرة الطاقة ......ـ (الكيماوية) عند أخذ كتل متساوية.

إن انطلاق الطاقة لا يكون مصاحباً لجميع العمليات النووية. إذ أن هناك تكافؤا محدداً بين الكتلة والطاقة يحتم انطلاق قدر من الطاقة في التفاعل النووي في الحالات التي يكون التفاعل فيها مصحوباً بنقصان في الكتلة مكافئ للطافة المنطلقة. ويمثل التغير في الكتلة هذا في الواقع انعكاساً للفرق بين القوى الداخلية للنوى المختلفة، ويتفق هذا مع قانون أساس في الطبيعة يقضي بنقصان الكتلة وتحرير قدر من الطاقة في عمليات التحول لأي نظام يكون الترابط فيها بقوى أشد. إضافة لحاجة التفاعل النووي لوجود انخفاض في الكتلة، فإن انطلاق الطاقة النووية بقدر كاف لإحداث انفجار يتطلب أن يكون التفاعل قادراً على الاستمرار الذاتي بعد لحظة البدء ويدعى هذا بالتفاعل المتسلسل. وهناك نوعان من التفاعلات النووية القادرة على انتاج كمية كبيرة من

الطاقة خلال زمن قصير، وفقاً لما تقدم، هما: الانشطار والاندماج النوويان.
وينتج عن كل انشطار نووي نيوترونان أو ثلاثة، إلا أن هذه النيوترونات لا تكون جميعها متوافرة لإحداث انشطارات نووية جديدة. فبعضها يفقد عن طريق الهرب، وبعضها الآخر يفقد عن طريق تفاعلات أخرى غير انشطارية.
ولضمان المحافظة على تفاعل انشطاري متسلسل، يطلق الطاقة باستمرار، فإنه يجب توفير نيوترون واحد على الأقل نتيجة كل انشطار نووي، يكون مخصصاً لإحداث انشطار جديد. وإذا كان معدل فقدان النيوترونات يفوق معدل انتاجها نتيجة للتفاعل الإنشطاري، فإن التفاعل المتسلسل لا يكون قادراً على الاستمرار التلقائي، ولابد من إمداده بالنيوترونات من مصدر خارجي لكي يستمر. وفي هذه الحالة ينتج بعض الطاقة إلا أنها لا تكون كبيرة بما فيه الكفاية، ولا يكون معدل إنتاجها سريعاً بما يكفي لإحداث انفجار فعال، كما أن معظم التفاعلات الاندماجية تولد نيوتروناً واحداً.
يحدث الإنشطار النووي في أكثر النوى ثقلاً (ذات العدد الذري الكبير) في حين يحدث الاندماج النووي بين أقل النوى ثقلاً (ذات العدد الذري الصغير). إن المواد المستخدمة لإحداث انفجارات نووية عن طريق الانشطار هي بعض نظائر اليورانيوم والبلوتونيوم. فعند دخول نيوترون حر إلى نواة قابلة للإنشطار فإنه يؤدي إلى انقسام النواة إلى جزئين أو نواتين أصغر منها. وهذه هي عملية الإنشطار التي تكون مصحوبة عادة بانطلاق كمية كبيرة من الطاقة. وتنشطر نوى اليورانيوم 235 (الموجود بنسبة 0.7% في الطبيعة) عند قذفها بالنيوترونات بغض النظر عن سرعته، أما اليورانيوم 238 (الموجود بنسبة 99.3% في الطبيعة) فلا تنشطر عند قذفها بنيوترونات إلا إذا كانت سرعة تلك النيوترونات عالية جداً. كذلك فإن نوى البلوتونيوم 239 تنشطر عند قذفها بالنيوترونات بغض النظر عن سرعتها، تماما مثل اليورانيوم 235، إلا أن البلوتونيوم عنصر لا يوجد في الطبيعة ولابد من انتاجه

صناعياً لهذه الغاية، ويتم عادة إنتاج البلوتونيوم 239 عن طريق قذف نوى اليورانيوم238 بالنيوترونات ذات السرعة غير العالية جداً. ويستخدم اليورانيوم 235 والبلوتونيوم 239 في الأسلحة النووية الانشطارية. ويؤدي انشطار كيلو غرام واحد من اليورانيوم أو البلوتونيوم بشكل كامل إلى إطلاق طاقة تفجير تعادل الطاقة الناتجة عن تفجير 18000 طن من مادة تي إن تي شديدة الإنفجار.

أما الاندماج النووي فيحدث باتحاد نواتين خفيفتين معاً (اندماجهما) ليكونا نواة أثقل. ومثال ذلك اندماج نظير الهيدروجين المعروف باسم الديتريوم أو الهيدروجين الثقيل عند توفير الظروف الملائمة، حيث تتحد نواتان من الديتريوم لتكوين نواة من الهيليوم وإطلاق كمية من الطاقة. وهناك تفاعلات اندماجية أخرى . ولا تحدث التفاعلات الاندماجية إلا عند درجات الحرارة العالية جداً تبلغ ملايين الدرجات المئوية، ولهذا فإنها تعرف باسم العمليات النووية الحرارية. ويتوقف مقدار الطاقة الناتجة عن تفاعل اندماجي في كتلة معينة على هوية النظائر المشاركة في التفاعل الاندماجي النووي، فعلى سبيل المثال يؤدي اندماج جميع النوى الموجودة في كيلوغرام واحد من الديتريوم إلى إطلاق طاقة تعادل الطاقة الناتجة عن تفجير 57000 طن من مادة تي إن تي.

وتؤدي بعض عمليات الاندماج النووي بين نظائر الهيدروجين إلى انبعاث نيوترونات ذات طاقة عالية. وبمقدور هذه النيوترونات إحداث اشطارات نووية في ذرات اليورانيوم 238 المتوفرة بكثرة في الطبيعة، إضافة إلى قدرتها على إحداث اشطارات نووية في ذرات اليورانيوم 235 والبلوتونيوم 239. وبناء على ذلك فإن استخدام التفاعلات النووية الاندماجية الملائمة مع اليورانيوم الطبيعي يمكن أن يؤدي الإفادة من هذا اليورانيوم في توليد كمية كبيرة من الطاقة. ويطلق على السلاح النووي الذي يستخدم تفاعلي الانشطار والاندماج النووين فيه، في آن واحد اسم السلاح النووي الحراري.

وبمقدور هذا السلاح إحداث انفجار نووي ذي قدرة أكبر. ويكون مقدار الطاقة الناتجة عن التفاعلات الانشطارية في هذا السلاح مساوياً تقريباً لمقدار الطاقة الناتجة عن التفاعلات الاندماجية ويستخدم مصطلح سلاح نووي أو قنبلة نووية عادة ليدل على سلاح نووي انشطاري أو اندماجي أو حراري بشكل عام.
تعدين الوقود النووي وتخصيبه: إن الوقود النووي الرئيس هو اليورانيوم وهو معدن ثقيل توجد خاماته في الطبيعة في الحجر الرملي، وحصى الكوارتز، وفي عروق تمتد داخل التشكيلات الحجرية بنسب مختلفة تصل إلى 4%. ويتم طحن خامات اليورانيوم، بعد استخراجها، وذلك في سلسلة من المطاحن لتكون على شكل حبيبات دقيقة، لتجري عليها عمليات الإذابة لاستخلاص اليورانيوم على شكل أكسيد (U_3O_8) يدعى بالكعكة الصفراء نظراً للونه الأصفر .
وحيث أن القنابل النووية تحتاج إلى تركيز لليورانيوم 235 الذي تشكل نسبته في اليورانيوم الطبيعي 0.7% فقط، لذا لابد من تخصيب اليورانيوم الطبيعي المستخرج.
وهناك عدة طرق لزيادة تركيز اليورانيوم 235 مثل طريقة الانتشار التي تعتمد على الحركة التفصيلية للجزيئات الأقل كتلة عند مرورها خلال حاجز مسامي يقع بين وسطين يختلف الضغط بينهما. وهناك طريقة للطرد المركزي التي تعتمد على فرق القوة المسلطة على الجزيئات المختلفة الكتلة (يورانيوم 238 و235).
وطريقة الليزر التي تعد من أفضل طرق التخصيب وأحدثها. وهي تعتمد على فرق الطيف الذري لليورانيوم 235 عن اليورانيوم 238، بسبب فرق الكتلة بين نواتي النظيرين مما يسبب اختلافاً بسيطاً في مدارات الإلكترونات بينهما. ويمكن التحكم في طول موجة الليزر بحيث تكون الموجة قادرة على تأيين (أي فصل الكترونات) جزئيات اليورانيوم 235 دون تأيين جزيئات اليورانيوم 238، وعندها يمكن فصل الجزيئات المؤينة عن غيرها بتسليط مجال مغناطيسي عليها خلال تحركها

عمودياً عليه. وتمتاز هذه الطريقة بالكفاءة والرخص عند توفر التقنية المناسبة.

بلوغ الكتلة الحرجة وزمن الانفجار:

لكي يحدث الانفجار النووي في سلاح نووي ما، يجب أن يحتوي السلاح على كمية كافية من الوقود النووي (اليورانيوم 235 أو البلوتونيوم 239) تعرف بالكتلة الحرجة وذلك لضمان حدوث تفاعل انشطاري متسلسل. وتعتمد الكتلة الحرجة في الواقع على عدة عوامل منها نوع الوقود النووي، ومقدار تخصيبه وشكل المادة الانشطارية، وتركيبها، وضغطها، وكثافتها، وعلى وجود شوائب داخل المادة قادرة على إزالة النيوترونات بتفاعل لا انشطاري.

وحتى يتم التحكم في زمن حدوث الانفجار ينبغي فصل الوقود ذي الكتلة الحرجة إلى كتلتين غير حرجتين أو أكثر. ولتفجير القنبلة النووية تقترب هذه الكتل من بعضها بسرعة كبيرة جداً لتكون الكتلة الحرجة داخل السلاح النووي، وذلك باستخدام مفجر تقليدي (تي ان تي) بشكل يماثل صاعق التفجير في أنبوبة البندقية، حيث يؤدي الدفع الناتج عن انفجار الصاعق إلى دمج الكتلتين تحت الحرجتين في كتلة واحدة حرجة بشكل آني. وفي طريقة ثانية يتم الوصول إلى حالة الكتلة الحرجة عن طريق ضغط الكتلة تحت الحرجة من اليورانيوم 235 أو البلوتونيوم 239 بسرعة حيث تصبح الكتلة فوق حرجة وفق ما تقدم.

ولصنع سلاح نووي اندماجي ينبغي استخدام قنبلة نووية اشطارية لرفع درجة حرارة الذرات الخفيفة إلى عشرات الملايين من الدرجات المئوية لإتمام التفاعلات النووية الاندماجية لذلك سميت هذه بالقنابل النووية الحرارية. وينبغي احتواء الوقود النووي في الحاوي الحديدي الصلد حتى يحصل أكبر قدر من التفاعل المتسلسل فتنطلق أكبر كمية من الطاقة قبل حدوث وتشتت ما يتبقى من وقود نووي.

ايصال القنابل النووية إلى أهدافها:

إن أول طريقة استخدمت في إيصال القنبلة النووية إلى هدفها هي قاذفة قنابل، فقد ألقت قنبلة على مدينة هيروشيما، وبعدها بثلاثة أيام ألقت قنبلة ثانية على مدينة ناجازاكي اليابانيتين وذلك عام 1945م أبان الحرب العالمية الثانية. ثم طورت صواريخ متنوعة ذات الدفع تكون إما على قاعدة ثابتة على الأرض أو متحركة في الغواصات التي تجوب البحار والمحيطات، أو على العربات. ثم زيد في مدى هذه الصواريخ وفي دقتها في إصابة الهدف حتى بلغ مدى بعضها آلاف الكيلومترات، كما في الصواريخ عابرة القارات، وبلغت دقة بعضها في إصابة الهدف عشر أمتار رغم بعد المسافة.

ماذا يحدث عند تفجير القنبلة النووية:

يحدث التفجير النووي خلال أجزاء من المليون من الثانية، ولكن تأثيراته على البيئة المحيطة يستمر لمدة ثوان ودقائق وساعات وأيام وحتى أسابيع أو يزيد.

إن التأثيرات المباشرة للتفجير النووي هو انطلاق زخة من الإشعاع النووي مباشرة، وبصورة خاصة أشعة جاما والنيوترونات التي تشكل حوالي 5% من طاقة الانفجار. وتستمر أقل من ثانية. وتتحول مكونات القنبلة النووية إلى غازات حارة جداً تصل إلى عشرات الملايين من الدرجات المئوية، وتبدأ هذه الغازات الحارة بإشعاع طاقتها الحرارية على شكل أشعة سينية تنطلق بسرعة الضوء (300 ألف كيلومتر بالساعة) مسخنة الهواء المحيط فتتكون كرة النار من الهواء الساخن جداً وتكبر بسرعة. ففي تفجير 1 ميجاطن مثلاً يصبح قطر كرة النار 1.5 كلم خلال عشرة ثوان. وتتوهج كرة النار توهجاً شديداً، حتى أن توهجها على بعد 80 كلم يكون أشد عدة مرات من توهج الشمس.

وبالإضافة إلى إشعاع كرة النار للضوء فإنها تطلق إشعاعات حرارية تقع أمواجها في نطاق الضوء المرئي ونطاق الأشعة تحت الحمراء. وهذا الوميض الحراري يستمر عدة ثوان ويشكل أكثر من ثلث طاقة التفجير النووي . وهذه الحرارة الشديدة تستطيع إحداث الحرائق

وتؤدي إلى حروق شديدة لمن يتعرض لها حتى على بعد 30 كلم من تفجير نووي حراري. وقد ظهرت هذه الحروق على ثلثي الجرحى من الناجيين في هيروشيما. ويؤدي التمدد السريع لكرة النار إلى دفع الهواء إلى الخارج مولدا موجات الصدمة التي تتكون من زيادة سريعة في الضغط الجوي تتصرف مثل جدار متحرك من الهواء المضغوط بشدة، تتحرك بسرعة عشرات الآلاف من الكيلومترات في الساعة إلى الخارج، ولكنها تتباطأ في انتشارها، وتحمل حوالي نصف طاقة الانفجار، وهي المسئولة عن معظم التدمير الفيزيائي الذي يحصل، محدثة زيادة في الضغط الجوي على بعدٍ عدة كيلومترات من موقع التفجير، وهذه تمثل ضغطاً على جدران الأبنية يقدر بعشرات الأطنان مما يؤدي إلى تهدمها. والتفجيرات الهوائية التي تحدث على ارتفاع عدة كيلومترات عن سطح الأرض أشدها تدميراً. ويعتمد قطر المنطقة التي تدمرها موجات الانفجار على شدة التفجير.
ويلي التأثيرات السريعة للتفجيرات النووية تأثيرات السقط النووي : وهي النظائر المشعة التي تتولد أثناء التفجير النووي ولها أعمار تزيد على زمن الانفجار وتأثيراته القريبة وتحمل حوالي 10% من طاقة التفجير وتتوالى بالسقوط على الأرض، ويزداد تركيزها كلما قربنا من موقع التفجير. ومع أن التلوث الإشعاعي نتيجة السقط النووي يستمر سنوات بل عشرات السنوات إلا أن تأثيراته الرئيسية القاتلة تستمر أياماً إلى أسابيع. وتعتمد كمية السقط النووي للتفجير بشكل كبير على نوع السلاح النووي، وقوته التفجيرية، وموقع تفجيره بالنسبة للأرض، وعلى حركة الريح.

أنواع الأسلحة النووية:

لقد كانت بداية صناعة القنابل النووية باستخدام وقود اليورانيوم 235 والبلوتونيوم 239. وهذان هما اللذان استخدمتهما أمريكا في نهاية الحرب العالمية الثانية، فقد ألقت قنبلة يورانيوم – 235 طاقة 15.5 كيلو طن (تي ان تي) على هيروشيما وكانت حصيلة هذه القنبلة تدمير

ما يزيد على 90% من أبنية المدينة، وقتل 100.000 شخص مباشرة، وبلغ عدد القتلى في نهاية العام 140.000 شخص، وفي عام 1950 بلغ مجموع القتلى 200.000 شخص ! وبعدها بثلاثة أيام ألقت قنبلتها الثانية المصنوعة بوقود البلوتونيوم 239 بطاقة 23 كيلو طن تي ان تي على مدينة ناجازاكي.
وفي بداية الخمسينات طور كل من الأمريكان والسوفيت القنبلة النووية الحرارية التي تعتمد على تسخين الذرات الخفيفة إلى عشرات ملايين الدرجات المئوية لإحداث الإندماج النووي وذلك باستخداتم قنبلة انشطارية. فقد أجريت أمريكا تجربتها الأولى على هذا السلاح عام 1952مبتفجير قنبلة بطاقة 10 ميجا طن تي ان تي، بينما أجرى السوفيت تجربتهم الأولى عام 1955م على قنبلة بطاقة 15 ميجا طن تي ان تي. وتبلغ شدة تفجير هذه القنابل آلاف المرات شدة القنابل الانشطارية.
وفي نهاية الخمسينات تم تطوير الصواريخ الحاملة للرؤوس النووية والعابرة للقارات. وبدلاً من أن يحمل الصاروخ الواحد رأساً نووياً ذا طاقة تفجيرية عالية، تم تطوير الصواريخ النووية التي يحمل الواحد منها رؤوساً نووية عديدة تصل حتى 16 رأساً نووياً ذا شدة تفجيرية متوسطة، وتنتشر هذه الرؤوس قبل وصولها إلى الهدف لتغطي مساحة كبيرة محدثة دماراً واسعاً وبطاقة أقل.
وتم تطوير القنبلة النيوترونية أو ما يسمى بالسلاح الإشعاعي المقوي وهو سلاح نووي حراري صمم لتقليل طاقة الصدمة وزيادة التأثيرات القاتلة للنيوترونات السريعة ذات الطاقة العالية المتولدة عن الاندماج النووي. والغرض من تصنيع هذا السلاح هو استخدامه في ساحة المعركة ضد الدبابات والمدرعات عن طريق قتل أفرادها أو شل حركتهم عن طريق إطلاق زخة من النيوترونات دون إحداث دمار كبير، وتدعى هذه الأنواع بالأسلحة التكتيكية تمييزاً لها عن الأسلحة النووية الاستراتيجية وهي الأسلحة البعيدة المدى القادرة على مهاجمة بلاد الأعداء.

ومن المخترعات الحديثة في هذا المجال، السلاح النووي ذو الطاقة التفجيرية المتحكم بشدتها. وهناك جيل جديد من الأسلحة النووية تحت التطوير في مختبرات الأسلحة الإشعاعية المقواة والتي تهدف إلى تدمير الأجهزة الإلكترونية في مهاجمة الصواريخ والطائرات، وكذلك السلاح النووي المولد لطاقة أشعة الليزر السينية والمقترح استخدامه في صد الصواريخ الموجهة.

أنماط التفجيرات:

تعتمد الظواهر الملازمة للتفجيرات النووية وتأثيرات الصدمة والانفجار والإشعاعات الحرارية والنووية، على موقع التفجير بالنسبة للأرض، وتتغير بتغيرها، ويمكن تصنيف التفجيرات إلى أربعة أنماط، مع أنه يمكن حدوث تفاوت، وأوضاع متوسطة بين هذه الأنماط في الواقع العملي. وهذه الأنماط هي:

أ) التفجير الهوائي
(ارتفاع أقل من 33كلم)

ب) التفجير على ارتفاع عال .
(ارتفاع أكثر من 33 كلم)

ج) التفجيرات تحت السطحية
(تحت الماء أو تحت الأرض)

د) التفجير السطحي

وسنوجز فيما يلي أهم الظواهر الملازمة لهذه الأنماط من التفجيرات.

في التفجير الهوائي لا تمس كرة النار سطح الأرض، وينتقل الإشعاع الحراري إلى مسافات بعيدة عبر الهواء، كما أن الإشعاع النووي الابتدائي الناتج عن التفجير يخترق الهواء لمسافات بعيدة، وتنتشر نتائج الانشطار الباقية في الهواء، ولا يترتب على ذلك عواقب وخيمة على الأرض لحطة الانفجار. وهذا النمط من التفجير هو أشد الأنماط تدميراً.

أما في التفجير على ارتفاع عال فتقلل نسبة طاقة الصدمة من طاقة الانفجار الكلية، نظراً للنقص الكبير في كثافة الهواء، وفي المقابل تزداد الطاقة الحرارية

المتولدة، ويؤدي تفاعل الإشعاع النووي الآني والمتأخر مع مكونات الهواء الجوي إلى تحرير عدد من الكترونات الذرات والجزيئات الموجودة في الجو. وبما أن الإلكترونات تحمل شحنة سالبة، فإن الجزء المتبقي من الذرة يكون ذا شحنة موجبة (أيون موجب)، ويطلق على هذه العملية اسم عملية التأين.

ويؤدي وجود عدد كبير من الإلكترونات والأيونات الموجبة على ارتفاعات عالية إلى إحداث تأثيرات كبيرة وخطرة على تقدم أمواج الرادار وانتشارها. ويمكن أن تتفاعل الإلكترونات الحرة الناتجة عن تأيين أشعة جاما للهواء في هذه التفجيرات مع المجال المغناطيسي للأرض، لتوليد مجالات مغناطيسية قوية قادرة على إتلاف الأجهزة الكهربائية والإلكترونية غير المزودة بأنظمة حماية، وذلك في منطقة الأعداد الكلية التقريبية وطاقة **الانفجار للرؤوس النووية**

في ترسانة العالم النووية

الدولة	الأسلحة الاستراتيجية	الأسلحة التكتيكية	المجموع الكلي
أمريكا	12000 (3000م ط)	9000 (1500م ط)	21000 (4500م ط)
روسيا	12000 (6000م ط)	17000 (5000م ط)	30000 (11000م ط)
الصين	300 (470م ط)		
فرنسا	620 (135م ط)		
بريطانيا	300 (60م ط)		
اسرائيل	50 – 200		
الهند	0 – 20	وتمتلك بلوتونيوم تكفي لصنع 50 رأس نووي	
جنوب أفريقيا	10 – 20		

وهناك دول أخرى في طريقها لامتلاك السلاح النووي ، وهي كوريا الشمالية والبرازيل والأرجنتين

واسعة تحت مركز التفجير. وتعرف هذه الظاهرة باسم ظاهرة النبضة الكهرومغناطيسية، ويمكن أن تحدثها التفجيرات الهوائية والسطحية كذلك، إلا أن المنطقة المتأثرة في هاتين الحالتين تكون أصغر.

وفي التفجيرات تحت الماء أو تحت الأرض فإن العديد من تأثيراتها متشابهة. ويظهر الجزء الأكبر من طاقتها على شكل صدمة تحت الأرض أو صدمة تحت الماء، إلا أن جزءاً من طاقة الانفجار يهرب من تحت السطح ويولد انفجاراً في الهواء. وينقص هذا الجزء بازدياد عمق موقع التفجير عن سطح الأرض. ويتم امتصاص الإشعاع النووي الابتدائي خلال مسافة قليلة من مركز الانفجار، ويهرب جزء قليل من الإشعاع الحراري والإشعاع النووي إلى السطح، وتصبح القوة الإشعاعية الباقية في هذه الحالات بالغة الخطورة، لأن مساحات كبيرة من الأرض أو كميات كثيرة من الماء المحيط بموقع الانفجار تتلوث بنواتج الانشطار ذات النشاط الإشعاعي طويل الأمد.

ويطلق على التفجيرات التي تتم على سطح الأرض أو سطح الماء أو على ارتفاع قليل جداً فوق السطح التفجيرات السطحية. ويؤدي الانفجار النووي السطحي إلى تلوث كبير بالسقط الإشعاعي نتيجة لزيادة كمية المواد الأرضية المشفوطة إلى داخل السحابة النووية وهناك عدة عوامل أخرى تحدد الوضع الحقيقي للسقط الإشعاعي مثل طبيعة تصميم السلاح النووي والعوامل المناخية.

ويتضح من الجدول أن مجموع الرؤوس النووية التي تملكها الولايات المتحدة وروسيا والصين وفرنسا وبريطانيا هو 52000 رأس نووي تقريباً، بطاقة إجمالية تزيد على 16000 مليون طن من مادة تي. إن . تي. وإذا ما وزعت هذه على عدد البشر في العالم فستكون حصة كل فرد حوالي 3 طن، كما أن انفجارها في فترة قصيرة يعني نهاية الحضارة، وربما نهاية الإنسان.

المصادر:

1- نشرة "الذرة والتنمية" العدد 4، مجلد 1، نوفمبر 1989م، والعدد 11، مجلد 2، نوفمبر 1990م، والعدد 12، مجلد2 ، ديسمبر 1990م، والعدد 1، مجلد 3، يناير 1991م.

2- مجلة العلوم والتقنية العدد 21، محرم 1413هـ، والعدد 22، ربيع الآخر 1412هـ.

- 3 Wolfson R., "Nuclear Choices" MIT Press 1990.

- 4 Jagger J., "The Nuclear Lion", (Lenum Press 1991.

-5 Glasstone, S., and P. Doland "The Effects of Nuclear Weapons" US Department of Defence, 1977.

6- إيان روكسبيرك "الكون النووي" ترجمة موسى الجنابي ، منظمة الطاقة الذرية العراقية 1987م.